

MEJORAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA CAJA DE COMPENSACIÓN
FAMILIAR DE NARIÑO USANDO TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
LA CONFIABILIDAD

ANDRÉS FELIPE OVIEDO JARAMILLO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

2019

MEJORAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA CAJA DE COMPENSACIÓN
FAMILIAR DE NARIÑO USANDO TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
LA CONFIABILIDAD

ANDRÉS FELIPE OVIEDO JARAMILLO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

DIRECTOR

WILIAM OLARTE CORTES

INGENIERO MECÁNICO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

2019

DEDICATORIA

Éste trabajo de grado está dedicado a mi padre que desde el cielo me guía y me llena de energía, a mi madre por su apoyo, constancia y perseverancia para conmigo donde me ha inculcado valores que han contribuido en mi formación profesional y humana. Y demás seres que han colaborado en este proceso.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre Gloria Jaramillo y a mi padre que en paz descansa por permitirme continuar mis estudios, a cada uno de los integrantes de mi familia que participaron en el proceso y mostraron interés en este proyecto.

A Comfamiliar de Nariño por permitirme desarrollar la práctica empresarial y permitirme conocer tanto su planta física como el personal de cada una de las sedes del Departamento de Nariño, a Sintracomfamiliar y a su presidenta Helena Acosta que hicieron posible desempeñarme en la mejor empresa del departamento.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA	11
3.1. Comfamiliar de Nariño	11
3.2. Misión	11
3.3. Visión	11
3.4. Políticas Corporativas	11
3.5. Perspectiva Aprendizaje y Crecimiento	12
4. OBJETIVOS	13
4.1. Objetivo General	13
4.2. Objetivos Específicos	13
1. MARCO TEÓRICO	14
1.1. Mantenimiento	14
1.2. Mantenimiento Correctivo	14
1.3. Mantenimiento Preventivo:	15
1.4. Mantenimiento Predictivo:	15
1.5. Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):	16
1.6. Mantenimiento En Uso:	16
6. METODOLOGÍA	17
6.1. Inventario de Equipos	17
6.2. Funcionamiento y caracterización.	18
6.3. Selección de Fallas	28
6.4. Clasificación de Fallas	29
6.5. Revisión de Formatos	30
7. APLICACIÓN DE NORMATIVIDAD	35
7.1. Resolución 0543 de 2017	35
7.2. Ley 1225 de 2008	36
8. DESARROLLO DE INSPECCIÓN	38
8.1. Pulpo mecánico	38
8.2. Montaña Rusa	43
8.3. Mini discovery	48
9. CONCLUSIONES	53

10.	RECOMENDACIONES	54
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	55

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1 Hydroflow	21
Figura 2 Carros Chocones	24
Figura 3 Pulpo mecanico	25
Figura 4 Montaña Rusa	26
Figura 5 Mini discovery	27
Figura 6 Mapa de Procesos	30
Figura 7 Ejemplo Encabezado del Formato de Mantenimiento	31
Figura 8 Inspección con partículas magnéticas en brazo	41
Figura 9 Inspección con partículas magnéticas en soporte	41
Figura 10 Inspección con partículas magnéticas a polea	42
Figura 11 Inspección con partículas magnéticas a soporte	42
Figura 12 Corrosión de soporte inferior	42
Figura 13 Ultrasonido en pernos de sujetadores	43
Figura 14 Corrosión en chasis	46
Figura 15 Corrosión en chasis 2	46
Figura 16 Inspección con partículas magnéticas a soporte de riel	47
Figura 17 Inspección con partículas magnéticas a riel	47
Figura 18 Inspección con ultrasonido a eje de sproket	47
Figura 20 Fisura en soporte de riel 1	47
Figura 21 Fisura en Soporte de riel	47
Figura 22 Bloking en mal estado	47
Figura 23 Inspección con partículas magnéticas a uniones de base	51
Figura 24 Levantamiento de pintura en brazo izquierdo	51
Figura 25 Levantamiento de pintura en brazo derecho	52
Figura 26 Inspección con ultrasonido a pernos de plataforma superior	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Inventario Maquinaria Comfamiliar Nariño	17
Tabla 2 Hotel Agualongo	29
Tabla 3 Centro Recreacional Chapalito	29
Tabla 4 Resultados de Observación en Pulpo Mecanico	40
Tabla 5 Resultados de Observación en Montaña Rusa	45
Tabla 6 Resultados de Observación en Mini discovery	49

1. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento industrial en maquinaria es una actividad que surgió durante la revolución industrial a finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX, la cual involucra la correcta operación y funcionamiento de los equipos presentes en las instalaciones de las empresas. Con las primeras máquinas surgieron los conceptos de reparación y fallas comenzando a controlar dichas variables para no afectar la producción de la empresa. El mantenimiento dentro de la industria ha sufrido una evolución importante empujada en gran parte por el desarrollo tecnológico de los equipos de control y medida, el presente trabajo se puede definir como una mejora del plan de mantenimiento preventivo en la Caja de Compensación Familiar de Nariño.

La característica principal de este trabajo es prevenir las futuras fallas en equipo y planta física y un cambio de mentalidad en las personas y el cómo determinar consecuencias de fallos que sean aceptables o no, identificar tareas preventivas factibles y rentables, reducir tiempos y costes de mantenimiento.

Para analizar esta problemática es necesario de mencionar, una de ellas la falta de control sobre los equipos, se entiende por falta de control una leve ausencia del personal y del proceso de mantenimiento, por esta razón se planea implementar un plan de mantenimiento preventivo centrado en fiabilidad/confiabilidad o R.C.M (Reliability Centred Maintenance,) el cual es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una empresa.

2. JUSTIFICACIÓN

El mantenimiento constituye una parte fundamental del buen funcionamiento de la industria, una derivación del mantenimiento es el mantenimiento preventivo, siendo este uno de los componentes más importantes en el mantenimiento puesto que su función es realizar una acción o serie de acciones necesarias, para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales, sin embargo, al momento de elaborar un plan preventivo se presentan ciertos eventos que no permiten completarlo de manera correcta, lo que hace que sea indispensable conocer las causas y requerimientos para que dichos eventos no sucedan. Con base en lo mencionado, es necesario que se realice una mejora del plan de mantenimiento preventivo en la Caja de Compensación Familiar de Nariño

La falta de información con respecto al mantenimiento preventivo es un factor que disminuyen los indicadores de gestión de la Caja de Compensación los cuales son un sistema de planeación y gestión del que hacer institucional.

La mejora de un plan de mantenimiento preventivo es fundamental para procedimientos tanto de operación como de mantenimiento. En la Caja de Compensación Familiar de Nariño se lleva a cabo un plan de mantenimiento preventivo, éste no abarca la totalidad de la empresa porque tiene sedes en los diferentes municipios de Nariño como son Ipiales, Tumaco y Chachagui, por lo tanto éste proyecto pretende dar solución a esta problemática.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

3.1. Comfamiliar de Nariño

La Caja de Compensación Familiar de Nariño es una corporación sin ánimo de lucro, creada en desarrollo del Decreto 0118 del 21 de Junio de 1957, refrendado por la ley 21 de 1982, y sus decretos reglamentarios. Está estructurada para canalizar los aportes de empleadores públicos y privados hacia el pago del subsidio familiar, bajo la modalidad de servicios, especies o dinero, con el equitativo y justo propósito de aliviar las cargas económicas que implican el sostenimiento de la familia como núcleo de la sociedad a cargo del trabajador beneficiario.

3.2. Misión

La caja de Compensación familiar de Nariño es una empresa privada sin ánimo de lucro, enarcada en el sistema de la protección social, mediante la participación eficiente de su talento humano, facilita servicios sociales de calidad, fomentando la solidaridad y defensa de la familia; aportando al desarrollo sostenible de la región.

3.3. Visión

Ser en el año 2018, una empresa líder, innovadora y sostenible, comprometida con la responsabilidad social.

3.4. Políticas Corporativas

- La Caja de Compensación Familiar de Nariño, debe orientar su gestión hacia la satisfacción de necesidades y expectativas del trabajador afiliado, su familia y comunidad en el marco de la Protección Social.
- La Caja de Compensación Familiar de Nariño debe fortalecer el proceso de desarrollo integral y continuo del talento humano, con el propósito de mejorar la productividad y competitividad de la Caja.
- Contribuir al desarrollo sostenible del departamento de Nariño, actuando en el marco de la Responsabilidad Social inherente en su misión.

- Emprender alianzas estratégicas siempre y cuando sean sostenibles y enmarcadas en la normatividad vigente.
- Mantenerse como una organización dinámica con efectividad orientada a lograr resultados, con la capacidad de responder oportunamente a los cambios que exige el entorno.
- Gestión eficiente y ética en el manejo de los recursos disponibles propendiendo por mejorar la calidad del servicio.
- Debe garantizar la rentabilidad financiera de los negocios autocosteables, que contribuyan al desarrollo de la Caja y se revierta en mayores beneficios a sus afiliados.
- Los servicios que presta la Caja de Compensación Familiar de Nariño deben estar enmarcados dentro de la normatividad vigente que busca mitigar el impacto ambiental

3.5. Perspectiva Aprendizaje y Crecimiento

AC1: Atraer, desarrollar y mantener el talento humano en competencias necesarias que permitan incrementar la productividad, innovación empresarial y cultural del servicio

AC2: Impulsar y mantener una cultura que propicie un ambiente laboral favorable, para la motivación del trabajador y su compromiso con el logro de los retos corporativos.

AC3: Disponer de adecuados sistemas de información integrados e infraestructura para una opima gestión y prestación de servicios.[1]

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Mejorar el plan de mantenimiento de la Caja de compensación Familiar de Nariño a partir de la ejecución del mantenimiento RCM

4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un inventario de los equipos existentes en la Caja de Compensación Familiar de Nariño
- Estudio detallado del funcionamiento del conjunto de maquinas
- Determinar los fallos funcionales y fallos técnicos
- Estudiar las fallas más comunes y clasificar las fallas como críticas y no críticas
- Revisar la planeación de las actividades de mantenimiento preventivas con el fin de corroborar si las actividades son afines al plan de mantenimiento.
- Determinar las actividades preventivas que atenúen los fallos de la maquinas
- Generar indicadores de gestión

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Mantenimiento

Según la norma UNE EN 13306 el mantenimiento es la mezcla de todas las acciones técnicas, administrativas y gerenciales durante el ciclo de vida de un elemento con el fin de mantenerlo, o restaurarlo, a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida.

El mantenimiento debe aplicarlo personal capacitado sobre mecánica, electricidad, mecatrónica, neumática y electrónica, esto con la finalidad de llevar un mantenimiento óptimo generando un buen servicio de la máquina, y un proceso productivo eficaz.[2]

1.2. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo como su nombre lo dice es corregir el estado de funcionamiento de una maquina cuando esta está parada y detuvo el proceso de la compañía, este tipo de mantenimiento es en el cual se espera el defecto de un equipo o parte de él para proceder a cambiar o reparar, este puede resultar algo costoso ya que genera paros imprevistos en la producción, lo cual no es rentable para la compañía. Esta clase de mantenimiento no es malo, si es racionalizado con una buena estrategia, pero en todo caso debería ser mínimo, puesto que si no es mínimo, como se dice coloquialmente el mantenimiento se convertiría en “apagar incendios” lo que hace que el mantenimiento correctivo se vuelva el más costoso de todos .Este mantenimiento es aceptable o aplicable en los casos en los que los elementos a cambiar sean de bajo costo o hagan parte de un proceso no fundamental de la compañía, este mantenimiento no puede dejar a un lado las tareas.

Cuando la maquina falla genera un paro y es muy posible que el tiempo total de parada sea grande y requiera más mano de obra comparándolo con una parada prevista, la situación de fallo, en este proceso de reparación no se le realizan pruebas o análisis sobre la causa raíz del defecto, por la necesidad de la reactivación del proceso, por lo que es muy probable que el paro imprevisto del equipo vuelva a repetirse por la misma causa.

- Reparación de falla: Donde se regresar a estado operacional el elemento en falla.

- Salvamento: donde el elemento en falla puede ser tratado con elementos provenientes de otros elementos que fallaron y que a su vez proporcionaron materiales de desecho y de salvamento.
- Reconstrucción: donde se regresa el elemento en falla a un estándar tan cercano como posible a las estimaciones de desempeño, vida y apariencia del elemento original.[3]

1.3. Mantenimiento Preventivo:

Es el mantenimiento que tiene por misión tener en servicio a los equipos, programando acciones en sus puntos vulnerables realizado en intervalos predeterminados o de acuerdo a criterios prescritos. La clave para obtener un óptimo mantenimiento predictivo es un seguimiento continuo y sistemático de las variables sintomáticas de una maquina o pieza, haciendo un análisis que pretenda conocer los valores de las variables y un seguimiento del estado que indican la vida útil del equipo, parte o pieza que va llegando a su final. Este ayuda a reducir los costos totales del mantenimiento tradicional asegurando la disponibilidad de los elementos posibles a fallar con los distribuidores, o fabricantes de las máquinas .

El mantenimiento predictivo debe definir los valores límites de las variables críticas que indican el momento en que un equipo está próximo a fallar, este puede ser aplicado en diferentes intensidades y/o grados de exactitud que inciden directamente en el costo y la capacidad económica de la compañía, pero también al ser más exacto, a largo plazo es más productivo por permitir determinar con exactitud los límites de las variables, logrando así bajar la cantidad de repuestos en el inventario logrando disminuir los costos totales de mantenimiento .[4]

1.4. Mantenimiento Predictivo:

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos .

La clave para obtener un óptimo mantenimiento predictivo es un seguimiento continuo y sistemático de las variables sintomáticas de una máquina o pieza, haciendo un análisis que pretenda conocer los valores de las variables y un seguimiento del estado que indican la vida útil del equipo, parte o pieza que va llegando a su final. Esto ayuda a reducir los costos totales del mantenimiento tradicional asegurando la disponibilidad de los elementos posibles a fallar con los distribuidores, o fabricantes de las máquinas.

El mantenimiento predictivo debe definir los valores límites de las variables críticas que indican el momento en que un equipo está próximo a fallar, este puede ser aplicado en diferentes intensidades y/o grados de exactitud que inciden directamente en el costo y la capacidad económica de la compañía, pero también al ser más exacto, a largo plazo es más productivo por permitir determinar con exactitud los límites de las variables, logrando así bajar la cantidad de repuestos en el inventario logrando disminuir los costos totales de mantenimiento.

1.5. Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.[5]

1.6. Mantenimiento En Uso:

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los operarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).[6]

6. METODOLOGÍA

La Caja de Compensación Familiar de Nariño al ser una empresa de cobertura departamental dando subsidios en modalidad de servicios, especies o dinero, se debe asegurar que la maquinaria y equipo tenga un componente de mantenimiento preventivo para que la prestación del servicio sea el óptimo. Comenzando con un inventario por la Ciudad de San Juan de Pasto, donde se cuenta con las sedes de; Sede Administrativa Pasto, Hotel Agualongo, Colegio Campestre, Jardín Social Gotas de Felicidad, Centro Recreacional Chapalito, Sede Miraflores; en la siguiente tabla se encuentra el inventario de todo el equipo y maquinaria que cuenta la Caja de Compensación Familiar de Nariño.

6.1. Inventario de Equipos

- Equipos de emergencia: Maquina y/o equipos que en una situación imprevista se requiere de su funcionamiento para solucionar lo antes posible el contratiempo como son los cortes de energía eléctrica y corte de suministro de agua.
- Equipos de control: Maquina y/o equipos de inspección y vigilancia de cualquier tipo de afectación ambiental en el área de gestión documental.
- Equipos de recreación: Atracciones mecánicas

Tabla 1 *Inventario Maquinaria Comfamiliar Nariño*

TIPO DE MAQUINA	SEDE
Aire acondicionado	Sede Administrativa Pasto
Caldera	Hotel Agualongo
Calentador de agua	Hotel Agualongo
Deshumificador	Sede Administrativa Pasto
Hidrolavadora	Sede Administrativa Pasto
	Chachagui
	Colegio Campestre Siglo XXI
Hydroflow	Hotel Agualongo
	Jardín Social Ipiales
	Sede Administrativa Ipiales
	Sede Administrativa Pasto

Lavadora	Chachagui
	Hotel Agualongo
	Hotel Agualongo
Planta eléctrica	Chachagui
	Chapalito
	Chapalito
	Colegio Campestre Siglo XXI
	Hotel Agualongo
	Jardín Social Gotas De Felicidad
	Jardín Social Ipiales
	Sede Administrativa Ipiales
	Sede Administrativa Pasto
	Sede Administrativa Tumaco
	Sede Administrativa Tumaco
Plataforma de elevación vertical	Sede Miraflores
	Sede Administrativa Pasto
Red contra incendios	Colegio Campestre Siglo XXI
Secadora	Hotel Agualongo
Sensor de humedad	Sede Administrativa Pasto
Sensor de inundación	Sede Administrativa Pasto
Tablero de control	Sede Administrativa Pasto
Tablero de control eléctrico	Colegio Campestre Siglo XXI
	Colegio Campestre Siglo XXI
Tablero eléctrico genérico	Colegio Campestre Siglo XXI
	Chachagui
	Colegio Campestre Siglo XXI
	Hotel Agualongo
	Sede Administrativa Pasto
	Sede Administrativa Pasto
	Sede Administrativa Pasto
	Sede Administrativa Pasto
UPS	Sede Miraflores
	Sede Miraflores

6.2. Funcionamiento y caracterización.

Posterior al inventario se siguen realizando visitas a las sedes de la Caja de Compensación Familiar de Nariño donde se comprobar el funcionamiento de la maquinaria y equipo, para

realizar su caracterización y especificación de sus componentes, según los manuales del fabricante.

Planta eléctrica: La operación de la planta eléctrica está dada en dos modalidades:

- Modo Automático.
- Modo Manual.

Modo automático: En la pantalla del generador los selectores del control deben estar ubicados en la posición de automático. El control es una tarjeta electrónica que se encarga censar el suministro de energía eléctrica. En caso una interrupción del servicio, la planta arrancará unos segundos después del corte del fluido eléctrico. Luego la energía eléctrica generada por la planta es conducida al tablero de transferencia, a esta operación se le conoce como transferencia de energía.

Después de normalizado el servicio de energía eléctrica, automáticamente se realiza la transferencia del suministro de energía eléctrica en el tablero de transferencia quedando aproximadamente un par de minutos encendida la planta para el enfriamiento del motor. El apagado del equipo es automático.

Modo manual: El selector de control debe colocarse en la posición de Manual que de este modo se verifica el buen funcionamiento de la planta sin interrumpir el suministro de la energía eléctrica. Como medida de seguridad para que la planta eléctrica trabaje sin carga (en vacío), se trabaja con el Modo Automático en el tablero de transferencia para evitar algún tipo de sobrecarga.

“Durante la operación del motor se deben observar las lecturas de los indicadores y anotar esos datos con frecuencia. La comparación de los datos a lo largo del tiempo ayudará a determinar las lecturas normales para cada medidor. La comparación de los datos a lo largo del tiempo también ayudará a detectar los casos de operación anormales. Se deben investigar los cambios significativos en las lecturas” .[7]

Elementos:

1. Respiradero del cárter
2. Filtro de combustible secundario

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 3. Filtro de combustible primario | 12. Codo de escape |
| 4. Válvula de muestreo de aceite | 13. Múltiple de escape |
| 5. Filtro de aceite | 14. Turbocompresor |
| 6. Bomba inyección combustible | 15. Bomba de cebado de combustible |
| 7. Medidor de aceite (varilla) | 16. Motor de arranque |
| 8. Admisión de aire | 17. Colector de aceite |
| 9. Tubo de llenado de aceite | 18. Tapón de drenaje (aceite) |
| 10. Cáncamo de levantamiento delantero | 19. Tapón de drenaje (refrigerante) |
| 11. Alternador | 20. Cáncamo trasero de levantamiento |

Hydroflow o Sistema hidroneumático: La operación del equipo está dado en dos modalidades:

- Modo Automático.
- Modo Manual.

Modo automático: El equipo opera de acuerdo a un rango de presiones precalibrada previamente a los interruptores de presión (presostato). Puede operar continua, lo único que hará que interrumpa la operación del equipo será el bajo nivel de agua en el tanque de almacenamiento, o que el usuario apague directamente el equipo

Modo manual: Este modo se utiliza para pruebas y puesta en marcha. Las funciones son autónomas para cada bomba y arranca directo sin control de presión el usuario tiene mando directo sobre el equipo. El decide cuando arranca y cuando parar siempre y cuando el tablero de control este diseñado para dichas funciones. [8][9]

Elementos:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1. Tanque hidroneumático | 6. Conexione tanque |
| 2. Indicadores piloto | 7. Conexiones hidráulicas |
| 3. Tablero de control | 8. Base de acero escritural |
| 4. Cabezal de descarga bridado | 9. Bombas centrifugas |
| 5. Presostatos | |

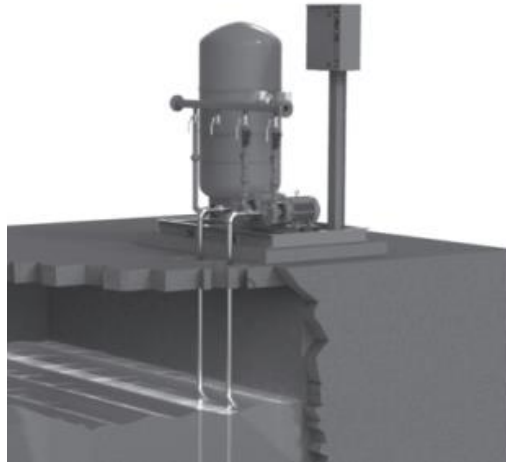


Figura 1 Hydroflow

UPS: Por sus siglas en inglés (Uninterruptible Power Supply) significa sistema de alimentación ininterrumpida, es una fuente de alimentación eléctrica que posee un banco de baterías para actuar de forma inmediata cuando haya un corte de electricidad, están el Rectificador, que está encargado de revisar la corriente alterna que entra al UPS y luego suministra de corriente continua a la batería para que se mantenga cargada. En seguida encontramos el inversor, que está encargado de transformar corriente continua en corriente alterna, donde esta alimenta a equipos conectados a la UPS.[10]

Elementos básicos:

1. Rectificador
2. Inversor
3. Batería

Deshumificador: El deshumidificador extrae la humedad del aire a través de la rejilla de entrada en la parte superior del artefacto. El aire húmedo pasa a través de serpentines refrigerados donde se elimina la humedad y se acumula en el tanque de agua. Para un rendimiento óptimo, no se recomienda utilizar este artefacto en ambientes donde la temperatura ascienda a más de 37° C (98.6° F) o descienda a menos de 5° C (41° F). La unidad sólo debe ser utilizada en interiores, en áreas tales como una sala o un dormitorio. Nunca la utilice al aire libre. Cerciórese de que las puertas y ventanas estén cerradas antes de utilizar el artefacto.[11]

Elementos

1. Panel de control
2. Oscilador de aire
3. Asa
4. Listones de entrada de aire
5. Tanque de agua
6. Tapón de drenaje
7. Bandeja para medir nivel de agua
8. Manguera de drenaje

Termohigrómetro: Utilizar el equipo solamente para medir humedad relativa y temperatura en recintos cerrados, siempre en el rango de medición establecidos en la ficha técnica [12]

Elementos

1. Sensor de medición
2. Tecla MÁX/MIN
3. Rosca para el trípode
4. Compartimiento de la pila con tapa
5. Pantalla
6. Sensor de iluminación
7. Tecla ON/OFF

Caldera pirotubular: Equipo utilizado para la generación de vapor de agua aplicando energía calorífica, las calderas pirotubulares son aquellas en las que los humos de la combustión circulan por el interior de los tubos y el agua por el exterior. Los tubos del interior de la caldera están rodeados por agua, al pasar el fuego los tubos empiezan a calentar el agua y comienza a generarse el vapor de agua. Este vapor sale por una tubería. Conforme se va generando el vapor de agua el nivel de agua de la caldera va disminuyendo y para reponerla la caldera dispone de un sistema de control que una vez baja el nivel cierra un circuito y pone en funcionamiento una bomba multietapas que empuja agua hasta la caldera. Como la caldera funciona a altas presiones necesita de unas medidas de seguridad y estas son unas válvulas de seguridad que si en algún momento se obstruye cualquiera de las tuberías o del circuito de vapor, la válvula salta y libera el exceso de presión de la caldera evitando que este reviente y se produzca un accidente.[13], [14]

Elementos básicos:

1. Cámara de combustión
2. Cámara de agua
3. Línea de vapor
4. Tanque de condensados

5. Bomba de agua

Calentador de agua industrial: Pose el mismo principio funcional que la caldera pirotubular, pero con una inyección energética mucho menor ya que el fin del calentador como su nombre lo dice es solo calentar el fluido hasta una temperatura establecida, el agua es almacenada en un tanque para utilizarse en habitaciones y cocina. Se cuenta con un sistema de recirculación el cual pretende la no disminución de la temperatura del agua a lo largo del día. [15]

Elementos básicos:

1. Cámara de combustión
2. Cámara de agua
3. Línea de agua caliente y recirculada
4. Tanque de almacenamiento
5. Bomba de agua

Charro Chocones: Vehículo accionado por un motor de corriente continua, por su antena va conectado el polo positivo y por la rueda de hierro que está en contacto con la plataforma conecta el polo negativo. A este motor se superpone una llanta de caucho que permite la transferencia de energía del motor para su funcionamiento. El paso de energía se da por un contactor en corriente continua que se acciona mediante el pedal.

Elementos básicos:

1. Motor DC
2. Llanta de transmisión eléctrica
3. Llanta de caucho
4. Contactor
5. Antena
6. Pedal
7. Chasis



Figura 2 Carros Chocones

Pulpo mecánico: Atracción mecánica de 6 puestos para niños que partir de motores AC independientes entre sí trabajan para primero, girar la atracción exceptuando su plataforma, los demás motores cumplen la función de subir y bajar las góndolas por medio de cables de acero que rodean una polea. El funcionamiento está controlado por medio de un PLC el cual controla los contactores y protectores térmicos que permiten el paso de energía al motor.

Elementos básicos:

1. Base o cuerpo
2. Góndolas
3. Motor de giro
4. Motor de elevación
5. Sistema control
6. Gabinete de funcionamiento



Figura 3 Pulpo mecánico

Montaña Rusa: Tren de góndolas que se deslizan por un riel, el ciclo comienza en la estación donde el pasajero aborda la góndola, por medio de un sistema neumático se aseguran los pasajeros y se retiran frenos, a continuación se acciona 2 motores los cuales permiten impulsar el tren de góndolas hacia una cadena donde se engancha para subir a la cima de la atracción, recorre el circuito por energía cinética, en los últimos tramos se encuentran 2 frenos neumáticos que son accionados por parte del operario.

Cuando el tren de góndolas se engancha a la cadena entra en acción un motor conectado con un acople hidráulico que disminuye la velocidad de rotación para transferir a un engranaje de rueda dentada y permitir el movimiento continuo de la cadena. El motor se apaga cuando el tren de góndolas termina su paso por el sistema de transmisión por cadena.

En la estación se encuentra el tablero de control donde se realizan acciones como encendido del sistema neumático, perilla reguladora presión, frenos de estación, pulsadores de motor de estación, pulsador inicio/paro de cadena, abrir y cerrar barras de seguridad, alarma térmica.



Figura 4 Montaña Rusa

Elementos básicos:

1. Estructura
2. Tren de góndolas
3. Motor de arranque
4. Sistema de transmisión por cadena
5. Sistema neumático.
6. Sistema de seguridad

Mini-discovery: Atracción mecánica de 16 pasajeros, funciona con una tensión de alimentación de 400 voltios, entra a un transformador de 15 kVA y se dividen en 2 grupos en “Alimentación de caja principal de funcionamiento” y “Alimentación de caja principal a luces”. En el primer grupo está el motor de góndola, motor de péndulo, PLC variador de frecuencia, protección térmicas, relé, entre otros.

El sistema de protección esta en serie, esto quiere decir que si algún tipo de alarma se enciende o algún paso del ciclo de operación se salta o no se ejecuta, el PLC se bloquea, por ende se debe realizar de nuevo el ciclo para su funcionamiento. El compresor trabaja para la apertura y cierre de la plataforma de acceso y apertura y cierre de los seguros en asientos.

El ciclo inicia con apertura de los seguros en asientos donde el cliente ingresa, se cierra los asientos para posteriormente abrir la plataforma e dar inicio al ciclo de atracción que dura 1:30 minutos.

Elementos básicos:

1. Transformador de 15 kVA
2. Motor de péndulo
3. Motor de góndola
4. Variador de frecuencia
5. Convertidor de AC a DC
6. Estructura
7. Góndolas



Figura 5 Mini discovery

6.3. Selección de Fallas

Fallo funcional aquel fallo que impide al sistema en su conjunto cumplir su función principal. Naturalmente, son los más importantes. Los fallos técnicos afectan tanto a sistemas como a subsistemas o equipos. Un fallo técnico es aquel que, no impidiendo al sistema cumplir su función, supone un funcionamiento anormal de una parte de éste.

Estos fallos, aunque de una importancia menor que los fallos funcionales, suponen funcionamientos anormales que pueden tener como consecuencia una degradación acelerada del equipo y acabar convirtiéndose en fallos funcionales del sistema.[16]

Sede administrativa Pasto: No se encontraron fallas técnicas ni funcionales en la maquinaria y equipo.

Hotel Agualongo: Presento fallas en calentador de agua industrial y en el ciclo de secado en lavandería, comprende secadora y caldera pirotubular. El calentador de agua no suministra agua caliente cuando la ocupación del hotel supera el 70%, aunque la programación de operación del calentador de agua es que si la temperatura del agua este igual o por debajo de los 55°C el quemador de enciende hasta conseguir la temperatura deseada y cada X unidades de tiempo se activa una bomba centrifuga para realizar recirculación al tanque de agua tibia con el agua fría.

Colegio: No se encontraron fallas técnicas ni funcionales en la maquinaria y equipo.

Jardín social gotas de felicidad: No se encontraron fallas técnicas ni funcionales en la maquinaria y equipo.

Chapalito: Fallas en el pulpo mecánico, Carros chocones de adulto, montaña rusa, mini-discovery. Cuando el pulpo mecánico comienza su ciclo una góndola no realiza su función de subir y bajar, falla técnica. Se calienta el pedal de un carro chocón cuando se lo usa más de 1 horas y queda fuera de funcionamiento, falla funcional. Montaña rusa en algunas ocasiones no completa el recorrido, falla funcional. Mini-discovery el motor del péndulo no ejecuta su función y envía una señal de erro de "LAP BARS", falla funcional.

Miraflores: No se encontraron fallas técnicas ni funcionales en la maquinaria y equipo.

Chachagui: No se encontraron fallas técnicas ni funcionales en la maquinaria y equipo

Sede administrativa Ipiales: No se encontraron fallas técnicas ni funcionales en la maquinaria y equipo.

Jardín social nubes verdes: No se encontraron fallas técnicas ni funcionales en la maquinaria y equipo.

6.4. Clasificación de Fallas

Se realizara la clasificación de fallas críticas y no críticas en la sede de Hotel Agualongo y Chapalito

Tabla 2 Hotel Agualongo

FALLA	CLASIFICACIÓN
Baja temperatura en suministro de agua caliente de habitaciones	Critica
Baja temperatura en suministro de vapor a lavandería	Critica
No censar la temperatura de vapor de entrada en la secadora	No Critica
Baja eficacia de suministro de vapor	Critica

Tabla 3 Centro Recreacional Chapalito

FALLA	CLASIFICACIÓN
Pulpo mecánico: una góndola no ejecuta el movimiento programado	Critica
Charros chocones adultos: alta temperatura en el pedal de transferencia para accionamiento de motor	Critica
Montaña rusa: no completar el recorrido	Critica
Discovery: el motor del péndulo no ejecuta su función y en la pantalla del plc hay una señal de error de "lap bars"	Critica

6.5. Revisión de Formatos

Los formatos de mantenimiento están ligados al sistema de gestión de calidad ISO 9001 donde la Caja de Compensación Familiar de Nariño se encuentra certificada procesos estratégicos, misionales y de apoyo.

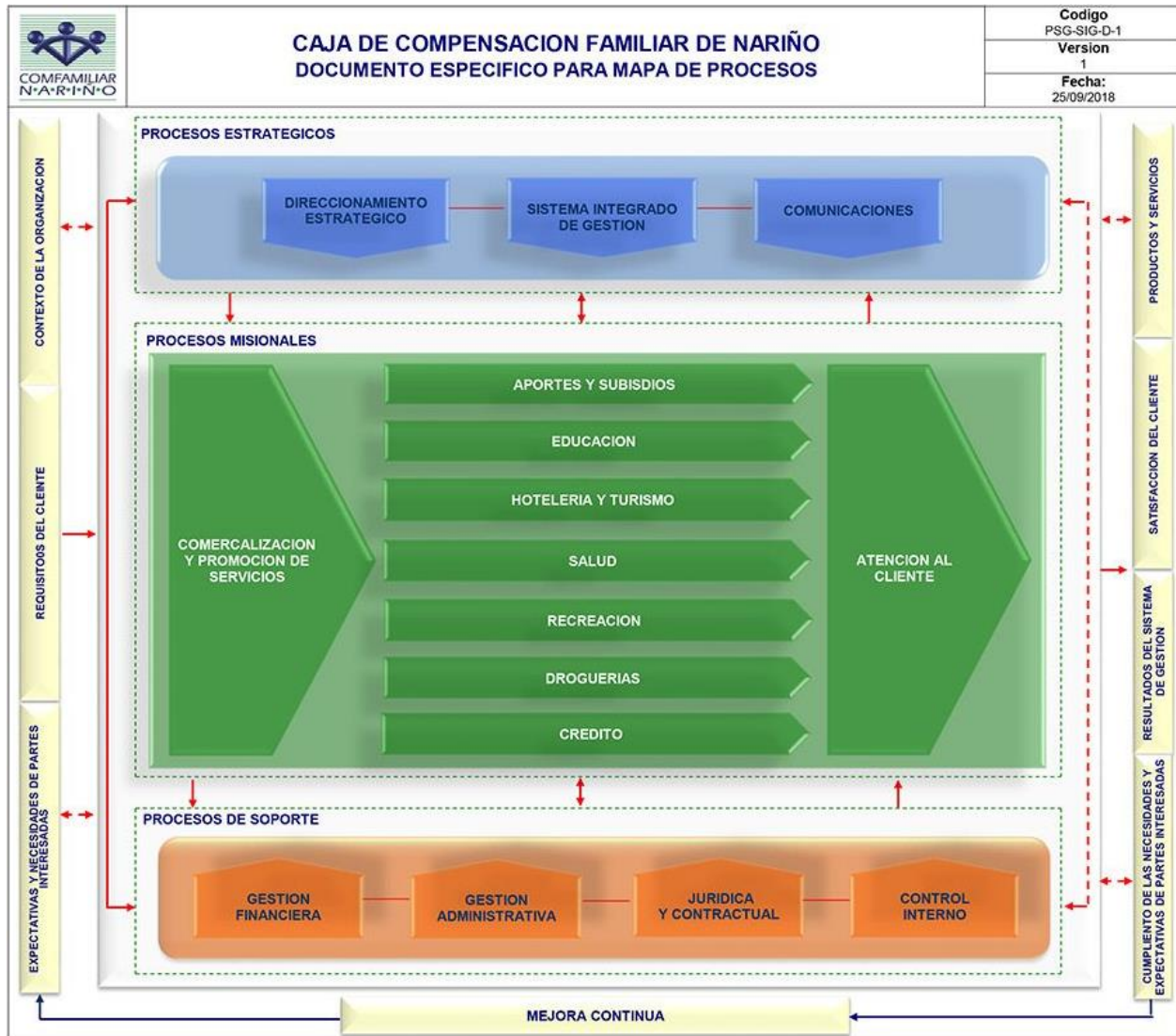


Figura 6 Mapa de Procesos

En los procesos de apoyo dentro de gestión administrativa se encuentra Gestión de Mantenimiento donde administra el mantenimiento preventivo y correctivo de la Caja de Compensación Familiar de Nariño. Cada proceso lleva un código que inicia con las siglas PSG que significa Proceso de Gestión Administrativa, acompañado de las siglas del subproceso, en

éste caso sería SGM Sistema Gestión de Mantenimiento. También cada formato va acompañado de la versión del formato, la fecha de creación del formato y el número consecutivo del formato.

Como por ejemplo la planta eléctrica

	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR DE NARIÑO		Código
	SISTEMA DE GESTIÓN		PGA-SGM-F-40
	FORMATO PARA REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS Y EQUIPO		Versión
	PLANTA ELECTRICA		1
			Fecha de Aprobación
			25/09/2018

Figura 7 Ejemplo Encabezado del Formato de Mantenimiento

En el Sistema de Gestión de Mantenimiento cada máquina tiene dos códigos uno código se refiere al «Formato de Registro de Actividades» y el otro código es el «Formato para el Plan Anual de Actividades».

En los formatos de hidroflo se evidencio unas actividades que no están alineadas a las características de los equipos hidroneumáticos.

- Actividades actuales de Hidroflo y periodicidad de las mismas:
 - Inspeccionar bombas (Mensual)
 - Identificar ruidos extraños (Mensual)
 - Verificar el buen funcionamiento de turbina (Mensual)
 - Inspeccionar balineras y cambiar si es necesario (Anual)
 - Medir tensión (Mensual)
 - Medir presión en el tanque y calibrar si es necesario (3 veces al año)
 - Verificar el funcionamiento de presostatos y calibrar si se requiere (3 veces al año)
 - Revisar el correcto funcionamiento del manómetro (Mensual)
- Actividades propuestas para hidroflo:
 - Identificar vibraciones excesivas en bombas. (Mensual)
 - Identificar ruidos extraños (Mensual)
 - Inspeccionar baja temperatura de los cojinetes (Mensual)
 - Verificar fugas por los empaques, cuando esté en funcionamiento (3 veces al año)
 - Rotar el eje de la bomba, 10 vueltas (Mensual)
 - Revisar el correcto funcionamiento del manómetro (Mensual)
 - Medir tensión (Mensual)

Caldera

- Actividades actuales de Caldera y periodicidad de las mismas:
 - Inspeccionar Bomba alimentación de gas (Mensual)
 - Revisar Presión de Gas
 - Verificar el correcto funcionamiento del ventilador
 - Revisar el funcionamiento del quemador y electrodos
 - Revisar el nivel de agua en el calderin
 - Revisar la presión de vapor
 - Inspeccionar Productos químicos agua del calderin
 - Realizar drenaje del calderin

- Actividades propuestas para Caldera:
 - Limpieza de la boquilla del quemador (Semanal)
 - Verificación de limpieza de mallas a la entrada del aire al ventilador del quemador y limpiar de ser necesario (Semestral)
 - Limpieza de polvo en controles eléctricos y revisión de contactos.(Mensual)
 - Verificar acoples de Bomba. (Mensual)
 - Lavado interior al lado del agua, removiendo incrustaciones y sedimentos (Semestral)
 - Cambio de sello y empaques de la bomba de alimentación si es necesario (Semestral)
 - Limpiar los tubos del lado de fuego, pues el hollín es un aislante térmico
 - Retiro de incrustaciones de sistema de Caldera-Secadora con ácido (2 veces al año)

En el Centro Recreacional Chapalito no tiene «Formato de Registro de Actividades» ni el «Formato para el Plan Anual de Actividades». Además para el Centro Recreacional Chapalito se realizó una inspección de maquinaria con ensayos no destructivos para determinar fallas estructurales que afecten la funcionalidad del mismo.

Carros Chocones actividades preventivas

- Limpieza de basura y elementos ajenos a la atracción en la base y sus alrededores (Semanal)

- Reajuste de presión de aire en neumático (Mensual)
- Limpieza de pista con brilladora utilizando disco scotch brite y Varsol (3 veces al año)
- Inspección de tornillería de los cinturones de seguridad (Mensual)
- Protección de fibra con suministro de silicona emulsionada (Mensual)
- Revise que no hayan resaltos superiores a 2mm entre las planchas (3 veces al año)
- Inspeccionar toda la malla con el fin de que no tenga imperfecciones, ni perforaciones o alambres levantados (Mensual)
- Verifique el correcto funcionamiento de cada pulsador en el tablero de control (Semanal).

Montaña Rusa:

- Limpieza de basura y elementos ajenos a la atracción en la base y sus alrededores (Semanal)
- Purga de tanque de compresor (Semanal)
- Cambio de aceite de compresor (4 Veces al año)
- Cambio de aceite a reductor (2 veces al año)
- Lubricación de los 8 m iniciales con vaselina (Mensual)
- Verificación de sistema de seguridad de pasajeros (Semanal)
- Revise que se encuentren todas las chavetas en R y pines de seguridad en su posición (Mensual)
- Lubricar cadena, aceite 10w30 (mensual)
- Verificar que el embolo hidráulico de la cadena no supere los 30 cm (Mensual)
- Verifique que no halla fugas en las mangueras del sistema neumático (Mensual)
- Realizar ensayos no destructivos (Anual)
- Inspección de rodamientos y llantas de nylon, cambiar si es necesario (Anual)

Pulpo Mecánico –

- Limpieza de basura y elementos ajenos a la atracción en la base y sus alrededores (Semanal)
- Polichar atracción (2 veces al año)
- Verifique la buena integridad de los sensores finales de carrera (Mensual)
- Inspeccionar estado de alambre trenzado y cambiar si es necesario (Mensual)

- Verificar posición del resorte que activa el interruptor de seguridad.(Mensual)
- Verifique el correcto funcionamiento de cada pulsador en el tablero de control (Semanal).
- Realizar ensayos no destructivos (Anual)

Mini-discovery

- Limpieza de basura y elementos ajenos a la atracción en la base y sus alrededores (Semanal)
- Lavar con hidrolavadora la superficie de la atracción (2 veces al año)
- Purga de tanque de compresor (Semanal)
- Limpiar el filtro de la unidad de compresor (Mensual)
- Cambio de aceite de compresor (4 Veces al año)
- Cambio de aceite de motores (2 veces al año)
- Lubricar con grasa cojinetes de péndulo(2 veces al año)
- Lubricar con grasa engranaje góndola (2 veces al año)
- Lubricar con grasa cojinetes de asientos (2 veces al año)
- Verifique que no halla fugas en las mangueras del sistema neumático (Mensual)
- Inspección de empaques de embolo neumático y cambiar si es necesario (Mensual)
- Verifique el correcto funcionamiento de cada pulsador en el tablero de control (Semanal).

7. APLICACIÓN DE NORMATIVIDAD

7.1. Resolución 0543 de 2017

Como se evidencia en el desarrollo de las actividades del presente trabajo de grado el Centro Recreacional Chapalito cuenta con un parque de diversiones en donde el Ministerio De Comercio, Industria Y Turismo donde el ente gubernamental expidió la Resolución 0543 del 2017 “Por la cual expide el reglamento interno para parques de diversiones, atracciones o Dispositivos de entretenimiento familiar, RETEPARQUES, en Colombia”

Artículo 7.- DESCRIPCIÓN TÉCNICA.

1. Foto de la atracción
2. Plano o representación esquemática
3. Dimensiones
4. Altura máxima
5. Largo (Planta)
6. Ancho (Planta)
7. Capacidad
8. Número mínimo de operarios requeridos

Artículo 13.- MANUALES DE OPERACIÓN.

Establecer los procedimientos para la ejecución de los procesos de operación. Debe describir las tareas de los operarios, los procedimientos correctos y sus responsabilidades, así como familiarizarlos con la descripción y puestos operativos de las atracciones mecánicas.

Capítulo III de 0958 de 2010- requisitos de operación y mantenimiento

Artículo 16.- El Programa de Mantenimiento de cada máquina o dispositivo de entretenimiento, debe contener como mínimo lo siguiente:

1. Definir la periodicidad de las operaciones de mantenimiento.
2. Descripción de la asignación del mantenimiento preventivo.
3. Descripción detallada de las operaciones que deben realizarse.
4. Instrucciones especiales de seguridad, donde aplique.

5. Recomendaciones adicionales del fabricante, o instalador, o del Operador.

Artículo 24.- Tamaño de cartel:

1. El tamaño del cartel debe ser como mínimo 60 x 60 cm.
2. El tamaño mínimo de la letra del nombre de la atracción debe ser 5 cm este debe ir en la parte superior del cartel con el nombre de la atracción o dispositivos de entretenimiento.
3. El tamaño mínimo de la letra del texto debe ser de 1 cm.
4. Cada una de las restricciones deben ir organizadas en viñetas. [17]

7.2. Ley 1225 de 2008

“Por la cual se regulan el funcionamiento y operación de los parques de diversiones, atracciones o dispositivos de entretenimiento, atracciones mecánicas y ciudades de hierro, parques acuáticos, temáticos, ecológicos, centros interactivos, zoológicos y acuarios en todo el territorio nacional y se dictan otras disposiciones”

Artículo 4 ley 1225

2. Estándares de Mantenimiento de las Atracciones y Dispositivos de Entretenimiento:

a) Implementar un programa de mantenimiento, lista de chequeo para cada atracción:

- A. Descripción de la asignación del mantenimiento preventivo.
- B. Descripción de las inspecciones que se realizan.
- C. Instrucciones especiales de seguridad, donde aplique.
- D. Recomendaciones adicionales del Operador

b) Procurar el adecuado entrenamiento de cada persona que esté a cargo del mantenimiento de las Atracciones o Dispositivo de Entretenimiento, como parte esencial de sus responsabilidades y obligaciones.

c) Someter las Atracciones o Dispositivos de Entretenimiento a inspecciones documentales diarias (Lista de Chequeo de mantenimiento).

Artículo 5 ley 1225: Estándares de Operación de Atracciones o Dispositivos de Entretenimiento.

3. Implementar un Manual de operación para cada Atracción o Dispositivo de Entretenimiento, el cual deberá incluir listas de chequeo, estar disponible para cada persona que participa en la operación, tener una programación para cada una de las Atracciones o Dispositivos de Entretenimiento y establecer, por lo menos, los siguientes literales:

- A. Hacer una descripción de la operación de la atracción.
- B. Establecer los procedimientos generales de seguridad.
- C. Designar los puestos de trabajo para la operación de la Atracción o Dispositivo de Entretenimiento.
- D. Incluir otras recomendaciones que estime pertinentes.
- E. Desarrollar procedimientos específicos de emergencia frente a eventos anormales o interrupción abrupta del servicio.

4. Programas de inspección:

a) Archivar por un tiempo no inferior a un (1) año, los documentos de inspección determinados por el Operador.

5. Ensayos no Destructivos (E.N.D.).

e) Se programará, cuando sea aplicable, en términos de horas, días u otro componente de operación. El diseño inicial deberá proveer los periodos entre ensayos, que nunca serán superiores a un (1) año[18]

8. DESARROLLO DE INSPECCIÓN

Durante el desarrollo de la práctica se hizo la inspección visual por medio de Ensayos no Destructivos en las atracciones mecánicas del Centro Recreacional Chapalito porque no se tenía un registro algún tipo de Ensayos No Destructivos en toda la maquinaria del Centro Recreacional Chapalito.

8.1. Pulpo mecánico

Alcance

Cubre la detección de no conformidades que puedan ser detectadas por inspección visual, partículas magnéticas y ultrasonido, en las zonas con acceso.

Materiales y equipos utilizados.

Partículas magnéticas.

- Equipo de partículas magnéticas. YOKE Y 7.
- Partículas magnéticas rojas de contraste, referencia 8A. lote 17J004

Ultrasonido.

- Equipo de ultrasonido GENERAL ELECTRIC USM GO+.
- Palpador normal 4 Mhz Diámetro 24 mm
- Bloque de calibración: V2 del IIW. (Instituto Internacional de soldadura).
- Acoplante: CMC (Carboximetil- Celulosa)

Inspección visual.

- Kit AWS para inspección visual.

Normas Aplicables

- Ley 1225 de 2008 de la República de Colombia
- Norma ASTM E 709. Standard Practice for Magnetic Particle.
- ASTM E 114. Standard Practice for Ultrasonic Pulse-Echo Straight-Beam Contact Testing

- ASTM A 609. Longitudinal - Beam Ultrasonic Inspection of Carbon and Low - Alloy Steel Castings.
- AWS D1.1. Structural Welding Code.

Procedimiento

Se realizan ensayos no destructivos a los elementos concentradores de esfuerzo, en los cambios de sección y en elementos articuladores sometidos a fatiga, de acuerdo con el acceso que se tenía; las góndolas se encuentran instaladas al igual que los demás elementos.

Los Métodos de inspección:

- Inspección visual:

Realizada en las estructuras, empalmes y puntos de anclaje con el fin de determinar posibles indicaciones superficiales como: focos de oxidación, estado de pintura, deformaciones mecánicas, porosidades y demás indicaciones evidenciadas.

- Partículas magnéticas:

Se realizó esta inspección por muestreo en los elementos que conforman la estructura del pulpo. Mediante este ensayo se detectan inconformidades superficiales y subsuperficiales (poros, fisuras, fallas de fusión), determinando y verificando sus dimensiones.

Para ellos, se utilizaron magnetizaciones en sentido longitudinal y transversal con respecto a la superficie evaluada, con el fin de tener mayor sensibilidad en las inspecciones, Dado que la estructura está pintada, se pierde alguna sensibilidad con el ensayo de partículas magnéticas.

- Ultrasonido:

Se hizo inspección con ultrasonido con palpador normal a los pasadores de fijación de los brazos por una cara transversal, la que se tenía acceso, para buscar defectos paralelos a esta, tales como fisuras provocadas por fatiga.

Se tomó como guía el eco que corresponde a la cara posterior de cada eje, que además sirve para indicar la longitud de cada elemento.

Tabla 4 Resultados de Observación en Pulpo Mecánico

ELEMENTO	INSPECCION	RESULTADOS	OBSERVACIÓN
Brazo 1	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	Sin inconformidades	Aceptado
Brazo 2	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Partículas magnéticas	Fisura en polea L= 70 mm.	Reparar o sustituir elemento.
	Ultrasonido	Sin inconformidades	Aceptado
Brazo 3	Visual	Desprendimiento de pintura 70x80 mm	Brindar mantenimiento de pintura.
	Partículas magnéticas	Fisura en soldadura de pie de amigo de soporte del motor L= 25mm.	Reparar fisura. Brindar mantenimiento.
	Ultrasonido	Sin inconformidades	Aceptado
Brazo 4	Visual		
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	Sin inconformidades	Aceptado
Brazo 5	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	Sin inconformidades	Aceptado
Brazo 6	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	Sin inconformidades	Aceptado
Manzana central	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
Estructura central de soporte	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado

Análisis De Resultados Y Recomendaciones

- La fisura encontrada en la soldadura del pie de amigo del soporte de motor del brazo #2 se recomienda que se repare bajo un procedimiento de soldadura y con personal calificados, con el fin de evitar que esta fisura con el tiempo se propague y afecte el material sano, lo que podría comprometer la confiabilidad de la atracción en un futuro.

- La fisura encontrada en el brazo #3, es de gran longitud y debido a su forma y ubicación compromete en gran medida la adecuada funcionalidad del brazo, por lo que se recomienda reparar o sustituir el elemento, y hasta no realizada ésta acción es aconsejable para el brazo de la atracción. Se debe resaltar que es importante caracterizar el material en el que se encuentra fabricada la polea antes de tomar una decisión.
- La pintura en general se encuentra en buen estado; no se evidencia focos de corrosión, ampollas o desprendimiento de pintura que dejen expuesto el sustrato del acero al medio ambiente, evitando la generación de celdas de corrosión. No obstante, en el brazo 3 se observa una zona de desprendimiento de pintura, por lo que se recomienda realizar un procedimiento de limpieza en esta zona, y aplicar pintura anticorrosiva y pintura de acabado para garantizar la protección contra la corrosión de esta zona.
- En las demás soldaduras y elementos inspeccionando no se presentan inconformidades detectables bajo alcance de los ensayos realizados. Los pernos de unión inspeccionados con ultrasonido muestran continuidad, a lo largo de su vástago



Figura 8 Inspección con partículas magnéticas en brazo



Figura 9 Inspección con partículas magnéticas en soporte

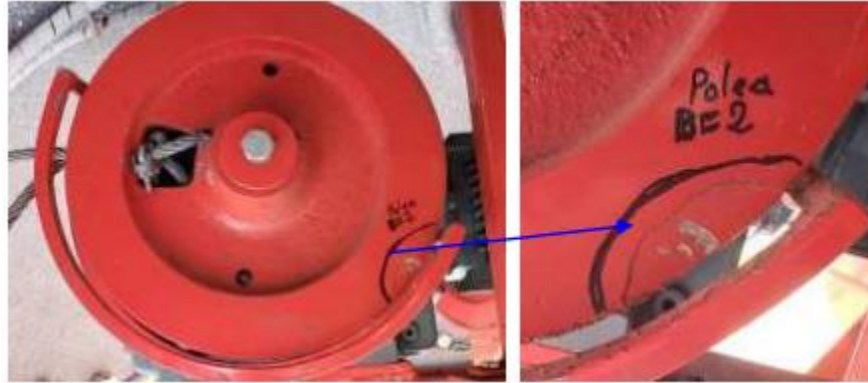


Figura 10 Inspección con partículas magnéticas a polea



Figura 11 Inspección con partículas magnéticas a soporte



Figura 12 Corrosión de soporte inferior



Figura 13 Ultrasonido en pernos de sujetadores

8.2. Montaña Rusa

Alcance

Cubre la detección de no conformidades que puedan ser detectadas por inspección visual, partículas magnéticas y ultrasonido, en las zonas con acceso.

Materiales y equipos utilizados.

Partículas magnéticas.

- Equipo de partículas magnéticas. YOKE Y 7.
- Partículas magnéticas rojas de contraste, referencia 8A. lote 17J004

Ultrasonido.

- Equipo de ultrasonido GENERAL ELECTRIC USM GO+.
- Palpador normal 4 Mhz Diámetro 24 mm
- Bloque de calibración: V2 del IIW. (Instituto Internacional de soldadura).
- Acoplante: CMC (Carboximetil- Celulosa)

Inspección visual.

- Kit AWS para inspección visual.

Normas Aplicables

- Ley 1225 de 2008 de la República de Colombia
- Norma ASTM E 709. Standard Practice for Magnetic Particle.

- ASTM E 114. Standard Practice for Ultrasonic Pulse-Echo Straight-Beam Contact Testing
- ASTM A 609. Longitudinal - Beam Ultrasonic Inspection of Carbon and Low - Alloy Steel Castings.
- AWS D1.1. Structural Welding Code.

Procedimiento.

- Inspección visual: La inspección visual se realizó a cada uno de los elementos estructurales pertenecientes a la Montaña Rusa, tales como:
 - Estructura de soporte, la que está compuesta básicamente de tubería cuadrada y tubos en diagonales, a los que se inspeccionaron las uniones soldadas, y demás partes metálicas que la componen.
 - Los 6 chasis de los coches.
- Por medio de esta inspección se buscaron inconformidades tales como elementos deformados, corrosión, fisuras, poros, cordones de soldadura mal aplicados, cordones demasiados altos o anchos, grietas y en general cualquier inconformidad no aceptada por las normas y códigos aplicables.
- Nota: Debido a las condiciones de excesiva suciedad de la vía férrea esta no pudo inspeccionar visualmente de manera rigurosa.
- Inspección con partículas magnéticas: Por medio de partículas magnéticas se inspeccionaron soldaduras y elementos de la estructura con más exigencia mecánica del sistema. Por medio de este ensayo se detectan inconformidades superficiales y subsuperficiales (fisuras, faltas de fusión, desgarres), determinando sus dimensiones.
- Inspección con ultrasonido: Por medio de este ensayo se inspeccionaron los ejes de los Sprockets del sistema de transmisión, con el propósito de determinar la homogeneidad del material, detectar inconformidades internas en el eje, y determinar la profundidad de las inconformidades detectadas por los otros métodos de inspección.

Resultados.

Los siguientes fueron los resultados obtenidos durante la inspección:

Resultados inspección visual, partículas y ultrasonido.

En la tabla X se observan los resultados obtenidos durante la inspección de las partículas magnéticas.

Tabla 5 Resultados de Observación en Montaña Rusa

ITEM	ELEMENTOS INSPECCIONADOS	METODO DE INSPECCIÓN	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	6 carros	Visual	Se observan focos de corrosión en los carros.	No se tuvo acceso a la parte inferior de los chasis de los carros.
		Partículas magnéticas	Sin inconformidades	
		Ultrasonido	Sin inconformidades	
2	Sprockets	Visual	Sin inconformidades	Sin adecuado acceso a los 3 piñones finales.
		Partículas magnéticas	Sin inconformidades	
		Ultrasonido	Sin inconformidades	
ITEM	ELEMENTOS INSPECCIONADOS	METODO DE INSPECCIÓN	RESULTADOS	OBSERVACIONES
3	Soportes montaña	Visual	Focos de corrosión generalizada.	Reparar fisuras encontradas.
		Partículas magnéticas	-Fisura 14 Soporte 8; Long= 20 mm -Fisura 15 Soporte 8; Long=10 mm -Fisura 16 Soporte 2; Long= 60 mm -Fisura 17 Soporte 4; Long= 35 mm -Fisura 18 Soporte 4; Long=40 mm -Fisura 19 Soporte 4; Long=15 mm	

Observaciones y Conclusiones

Las Fisuras encontradas, especialmente en los soportes deben ser reparadas con un procedimiento adecuado y un soldador calificado, con el fin de garantizar una unión de acuerdo a los requerimientos establecidos por la norma y a las exigencias de este tipo de equipos.

Luego de una reparación adecuada de los defectos ya reportados, la estructura tendrá unas buenas condiciones de operación, desde el punto de vista del material de la misma.

Se recomienda realizar un procedimiento de limpieza y de pintura sobre los perfiles estructurales de la mini-montaña rusa, para evitar que la corrosión progrese y disminuya la vida útil de estos.

Los chasis de los carros se denotan en buenas condiciones; solo se observan focos de corrosión, por lo cual se recomienda realizar un adecuado procedimiento de limpieza y aplicación de pintura, para garantizar la adecuada protección de estos.

Se recomienda tener previsto el cambio o mantenimiento de los apoyos de madera de la atracción, pues se encuentran agrietados y en malas condiciones para la operación.

Por el funcionamiento y los esfuerzos dinámicos a los que está sometido este tipo de equipos se recomienda realizar inspecciones periódicas (anuales). Para hacer una inspección completa es necesaria una completa limpieza de todas las partes del equipo.



Figura 14 Corrosión en chasis



Figura 15 Corrosión en chasis 2



Figura 16 Inspección con partículas magnéticas a soporte de riel



Figura 19 Fisura en soporte de riel 1



Figura 17 Inspección con partículas magnéticas a riel



Figura 20 Fisura en Soporte de riel



Figura 18 Inspección con ultrasonido a eje de sproket



Figura 21 Bloking en mal estado

8.3. Mini discovery

Alcance.

Inspección visual, partículas magnéticas y ultrasonido en la estructura y sus soldaduras, de acuerdo con las condiciones de acceso con las que se contó en la visita.

Documentos Aplicables

- Ley 1225 de 2008 de la República de Colombia
- Código AWS D1.1. Structural Welding Code.
- ASTM E 1444. Standard Practice for Magnetic Particle Testing
- ASTM A 609. Standard Practice for Castings, Carbon, Low-Alloy, and Martensitic
- Stainless Steel, Ultrasonic Examination.
- ASTM E 114. Standard Practice for Ultrasonic Pulse-Echo Straight-Beam Contact Testing

Materiales y equipos utilizados.

Partículas magnéticas.

- Equipo de partículas magnéticas. YOKE Y 7.
- Partículas magnéticas rojas de contraste, referencia 8A. lote 17J004

Ultrasonido.

- Equipo de ultrasonido GENERAL ELECTRIC USM GO+.
- Palpador normal 4 Mhz Diámetro 24 mm
- Bloque de calibración: V2 del IIW. (Instituto Internacional de soldadura).
- Acoplante: CMC (Carboximetil- Celulosa)

Inspección visual.

- Kit AWS para inspección visual.

- **Inspección visual:** Realizada en las estructuras, empalmes y puntos de anclaje con el fin de determinar posibles indicaciones superficiales, como: focos de oxidación, estado de la pintura, deformaciones mecánicas, porosidades y demás indicaciones evidenciada por este método de inspección.
- **Partículas magnéticas:** Se realizó esta inspección por muestreo en los diferentes elementos que conforman la estructura del Mini Discovery. Mediante este ensayo se detectan inconformidades superficiales y subsuperficiales (poros, fisuras, faltas de fusión), determinando y verificando sus dimensiones.
Para ello, se utilizaron magnetizaciones en sentidos longitudinal y transversal con respecto a la superficie evaluada, con el fin de tener mayor sensibilidad en las inspecciones. Dado que la estructura está pintada, se pierde alguna sensibilidad con el ensayo de partículas magnéticas. Debido a que la estructura se encontraba pintada se pierde alguna sensibilidad en el ensayo
- **Ultrasonido:** Se hizo inspección con ultrasonido a los pernos de anclaje, y a los pernos de unión del centro con columnas, por una cara transversal de los mismos, en la que se tenía acceso, para buscar defectos paralelos a esta, tales como fisuras producidas por fatiga. Se tomó como guía el eco que corresponde a la cara posterior de cada eje, que además sirve para indicar la longitud de cada elemento

Resultados

Tabla 6 Resultados de Observación en Mini discovery

ELEMENTO	INSPECCION	RESULTADOS	OBSERVACIÓN
Anclaje 1	Visual	Se observa desprendimiento de pintura y corrosión en las placas de anclaje.	Realizar mantenimiento de pintura.
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	5 pernos con una medida de 93 mm 7 pernos con medida de 103 mm	Consultar con fabricante

Pernos de unión columnas-centro A1	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	Pernos de longitud de 134 mm	Aceptado
Pernos de unión columnas-centro A2	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	Pernos de longitud de 134 mm	Aceptado
Pernos de soporte de motor	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	Pernos de longitud 290 mm	Aceptado
Soporte de sillas	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
Sillas	Visual	Sin inconformidades	Aceptado
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
Anclaje 2	Visual	Se observa desprendimiento de pintura y corrosión en las placas de anclaje.	Realizar mantenimiento de pintura.
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	2 pernos con medida de 93 mm 10 pernos con medida de 103 mm	Consultar con fabricante
Anclaje 3	Visual	Se observa desprendimiento de pintura y corrosión en las placas de anclaje.	Realizar mantenimiento de pintura.
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	1 pernos con medida de 93 mm 11 pernos con medida de 103 mm	Consultar con fabricante
Anclaje 4	Visual	Se observa desprendimiento de pintura y corrosión en las placas de anclaje.	Realizar mantenimiento de pintura.
	Partículas magnéticas	Sin inconformidades	Aceptado
	Ultrasonido	12 pernos con medida de 103 mm	Aceptado

Nota 1: La estructura presenta desprendimientos de pintura a lo largo de sus 4 columnas

Nota 2: No se observa polo a tierra en la estructura.

Nota 3: No fue posible la inspección del eje central de la atracción debido a que no se contaba con acceso a una cara transversal de este.

Análisis de resultados y conclusiones.

Se observan desprendimientos de pintura de manera general a lo largo de las columnas del mini Discovery; se recomienda eliminar la pintura desprendida y la corrosión generada en estas zonas, para luego aplicar pintura anticorrosiva y pintura de acabado; es importante aclarar que si se pinta sobre pintura existente existen altas posibilidades de faltas de cohesividad entre capas de recubrimiento.

Debido a que en los anclajes 1, 2 y 3 se tienen pernos de anclaje de diferente longitud (93 mm) con respecto a los demás (103 mm), se recomienda consultar con el fabricante de la atracción, sobre esta disparidad entre longitudes, y aclarar cual debe de ser la longitud mínima de los pernos de anclaje. Se recomienda consultar con el fabricante de la atracción, sobre el polo a tierra de la misma, pues debido a que los anclajes se encuentran ubicados sobre un polímero, esta se aísla a la tierra.

Bajo el alcance de las partículas magnéticas y la inspección visual, no se observan indicaciones redondeadas y/o lineales que comprometan la sanidad de la soldadura inspeccionada en la atracción.



Figura 22 Inspección con partículas magnéticas a uniones de base



Figura 23 Levantamiento de pintura en brazo izquierdo



Figura 24 Levantamiento de pintura en brazo derecho



Figura 25 Inspección con ultrasonido a pernos de plataforma superior

9. CONCLUSIONES

Al finalizar la práctica empresarial con el propósito de realizar un diseño del plan de mantenimiento preventivo se concluye lo siguiente:

- Se realiza el inventario de la maquinaria y equipo de la Caja de Compensación Familiar de Nariño en un cien por ciento, realizando las hojas de vida de maquinaria,
- Se realizó revisión de la planeación anual de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, corroborando que hay sedes que no presentan dicha planeación, donde se determinó las actividades de carácter preventivo para establecer los formatos
- Se estableció la periodicidad de las actividades dependiendo de la carga laboral, las recomendaciones de los manuales de operación del equipo y el número de trabajadores de mantenimiento que tiene cada sede.
- Se desarrollaron los planes de mantenimiento preventivo para los equipos críticos.
- Se estableció indicadores de gestión para el monitoreo del plan de mantenimiento preventivo se realizan a partir de las actividades programadas vs. Las actividades ejecutadas donde se divide el número de actividades ejecutadas entre las actividades programadas.

10. RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan algunas recomendaciones encontradas durante el desarrollo del presente proyecto:

- Se recomienda que al llegar maquinaria nueva a la empresa se mantenga actualizado el sistema de gestión de mantenimiento preventivo.
- Se recomienda apoyo permanente de la alta gerencia en la capacitación del personal de mantenimiento, donde se concientice al personal de la importancia de mantener en buen estado la maquinaria y equipos de la empresa.
- Se recomienda sistematizar el sistema de gestión de mantenimiento para registrar todo tipo de incidencias que se presenten en la Caja de Compensación Familiar de Nariño y evitar que en los formatos del sistema de gestión se reporte actividades no ejecutadas por parte del personal de mantenimiento de las diferentes sedes.

11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. de Nariño, “Caja de Compensación Familiar de Nariño”, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://comfamiliarnarino.com/>. [Consultado: 17-ago-2018].
- [2] Asociación Española de Normalización de Genova, “Norma UNE-EN 13306:2018”, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060338>. [Consultado: 10-may-2018].
- [3] S. García, “MANTENIMIENTO CORRECTIVO Organización y gestión de la reparación de averías”, *La Contratación Del Manten.*, p. 28, 2009.
- [4] SANTIAGO MONTOYA GARCÍA, “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ESTRUCTURAS DEL KAFEE”.
- [5] RENOVETEC, “Tipos de mantenimiento”. [En línea]. Disponible en: <http://mantenimientopetroquimica.com/index.php/que-es-tpm/8-tipos-de-mantenimiento>. [Consultado: 20-ago-2018].
- [6] L. Sanzol Iribarren, “Implantación de plan de mantenimiento TPM en planta de cogeneración”, p. 107, 2010.
- [7] S. Salvador, “Manual de Operación para Plantas de Emergencia”, 1998.
- [8] Barnes, “Manual operacion sistema hidroneumatico”. .
- [9] 25 años a su Servicio, “Manual de procedimiento para el cálculo y selección de sistema de bombeo”.
- [10] U. Manual, “Liebert ® GXT3TM UPS 230V 700VA-3000VA”.
- [11] A. Jaffe, “Instruction Manual Desumificador”, *W. Things Go*, pp. 1–34, 2015.
- [12] M. Operativo, “Manual operativo higrómetro y termómetro”.
- [13] Energy Management Agency, “Calderas Industriales”, vol. 1, p. 162, 2012.
- [14] P. B. Estudiantil, “Instructivo de operación de la caldera”, pp. 1–10, 2008.

- [15] G. y Gas, “Manual de calentador industrial”.
- [16] RENOVE TECNOLOGIA 2012, “Determinación de fallos funcionales y fallos técnicos”.
[En línea]. Disponible en: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/fase2rcm.html>.
[Consultado: 20-mar-2019].
- [17] I. y T. Ministra de Comercio, “RESOLUCIÓN 543 DE 2017”, vol. 01, núm. Marzo 28, pp. 1–7, 2017.
- [18] D. Diversiones, D. De Entretenimiento, C. D. E. Familiar, y C. Interactivos, “LEY 1225”, 2008.

Anexos



PLAN ANUAL DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA Y EQUIPO
CALDERA DE 7 HP



PGM-SGM-F-34

Version

2

Fecha de Aprobación
01/03/2016

DATOS DEL EQUIPO

SEDE:	HOTEL AGUALONGO						AÑO DE EJECUCION	
NOMBRE:	CALDERIN	MODELO:	C 5 BHT	FECHA DE INSTALACIÓN:	2010	POWER MAX	5 HP	QUEMADOR MARCA:
UBICACIÓN:	CUARTO DE MAQUINAS SOTANO							

[illegible]

High and Sustainable

CONVENCIONES:	P:	PROGRAMADO	E:	EJECUTADO	S:	SEMANAL	M:	MENSUAL	A:	ANUAL	2A:	DOS VECES AL AÑO	3A:	TRES VECES AL AÑO	4A:	CUATRO VECES AL AÑO
----------------------	-----------	-------------------	-----------	------------------	-----------	----------------	-----------	----------------	-----------	--------------	------------	-------------------------	------------	--------------------------	------------	----------------------------

ENCARGADO DE MANTENIMIENTO		RESPONSABLE DEL ÁREA	
NOMBRE:		NOMBRE:	
FIRMA:		FIRMA:	

Mantenimiento preventivo			Frecuencia	
Nº	Descripción	Unidad	P	E
8	M Lavado interior al lado del agua, removiendo incrustaciones y sedimentos		P	E
9	2A Cambio de sello y empaques de la bomba de alimentación si es necesario		P	E
10			P	E
11			P	E
12			P	E
13			P	E
14			P	E

100

CONVENCIONES:	P:	PROGRAMADO	E:	EJECUTADO	S:	SEMANAL	M:	MENSUAL	A:	ANUAL	2A:	DOS VECES AL AÑO	3A:	TRES VECES AL AÑO	4A:	CUATRO VECES AL AÑO
----------------------	-----------	-------------------	-----------	------------------	-----------	----------------	-----------	----------------	-----------	--------------	------------	-------------------------	------------	--------------------------	------------	----------------------------

ENCARGADO DE MANTENIMIENTO		RESPONSABLE DEL ÁREA	
NOMBRE:		NOMBRE:	
FIRMA:		FIRMA:	

—

Nota: En el caso de que se requiera cambio de repuestos o arreglos correctivos para el equipo, en el espacio de OBSERVACIONES especificar Marca, Referencia, Cantidad si lo requiere.

[illegible][illegible]